

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DES VEGETATIVEN NERVENSYSTEMS DER KATZE

Von

E. MINKER.

Aus dem Institut für Allgemeine Zoologie und Biologie der Universität, Szeged.
(Eingegangen am 23. August 1956.)

Einleitung

Das sympathische Nervensystem der Katze wurde in 1904 von FISCHER beschrieben. Nach der grundlegenden Arbeit FISCHER's ist der in 1937 veröffentlichte Aufsatz WELTNER's [6] von Bedeutung. WELTNER behandelt ausführlich den anatomischen und histologischen Aufbau des sympathischen Nervensystems der Katze. Er macht die makroskopischen Verhältnisse mit grosser Gründlichkeit bekannt, die mikroskopischen anatomischen Angaben bieten aber geringere Auskunft. Das Hauptziel meiner Untersuchung war, durch Anwendung einer speziellen Nervenfärbungsmethode die Mängel zu ersetzen, welche ich im histologischen Abschnitt genannter Arbeit wahrzunehmen wähnte, da WELTNER nur mit Mallory und mit prolongierter Osmium-Methode arbeitete. Keines dieser Verfahren eignet sich aber zur genauen Darstellung der Nervenzellen und Nervenfasern.

Material und Methode

Bei den Untersuchungen wandte ich ein Imprägnationsverfahren an, verfertigte aber auch gefärbte Präparate zwecks Kontrolle, wo die letzteren sehr wenig Auskunft gaben. Meine histologischen Untersuchungen richteten sich hauptsächlich auf den Aufbau der Ganglien und ihrer Nervenzellelemente. Ich untersuchte das *Ganglion cervicale supremum*, das *Ganglion cervicale medium*, das *Ganglion stellatum*, die Ganglien des lumbalen Grenzstranges, das *Ganglion coeliacum*, wie auch das *Ganglion nodosum vagi* und den *Nervus splanchnicus maior*.

Die Ganglien wurden in 10%-igem Formalin fixiert, nacher sind Gefrierschnitte von vorwiegend 18—20 μ Durchmesser verfertigt worden, deren Imprägnation dann nach dem BIELSCHOWSKY—ABRAHAM'schen [2] Verfahren vorgenommen wurde. Durch diese Methode gewan ich den möglichst vollkommenen Einblick in den Aufbau der Ganglien.

Ergebnisse

Die Ganglien werden von einer Bindegewebskapsel umgeben, innerhalb deren befinden sich die Nervenzellen — umgeben von einer grossen Anzahl von Peryciten — wie auch Nervenfasern. Die Ganglien sind zumeist wohlumgrenzt,

wie z. B. das *Ganglion stellatum*, das *Ganglion cervicale supremum* in dem Sinne, dass wir ausserhalb des Ganglions in dem Nervenstamm im allgemeinen keine alleinstehenden Zellen finden im Gegensatz zum System des *Vagus*, wo es eine oft vorkommende Erscheinung ist, dass in der Nähe des Ganglions, aber doch ausserhalb dessen, alleinstehende Zellen aufzufinden sind, deren Fortsätze man nicht beobachten kann.

Die Ganglienzellen sind beinahe immer multipolar, ihre durchschnittliche Grösse ist um $20-30\ \mu$ die grossen Zellen des *Ganglion cervicale supremum* nähern sich, übertreffen sogar die Grösse von $40\ \mu$. In diesem Ganglion sind sowohl die kleinsten, wie auch die grössten Zellen auffindbar. Die Zellen des *Ganglion stellatum* und des *Ganglion coeliacum* sind nahezu gleich gross, in den Ganglien der lumbalen Gegend sind die Zellen kleiner als jene, d. h. sie sind mittelgross.

Nach DE CASTRO bestehen die praevertebralen Ganglien aus annähernd identisch grossen Zellen, in den paravertebralen Ganglien hingegen nehmen an der Bildung von Ganglien Zellen von verschiedener Grösse teil. WELTNER bestätigt diese Angabe nicht. Auf Grund meiner imprägnierten Schnitte muss ich neben DE CASTRO Stellung nehmen. Doch muss ich feststellen, dass diese Absonderung nicht immer in Augenschein tritt. Im Falle eines Vergleichs des *Ganglion coeliacum* und des *Ganglion cervicale supremum* ist dies z. B. klar ersichtlich. Handelt es sich aber um eine Vergleichung des *Ganglion stellatum*, oder eines *Ganglion lumbale* mit dem *Ganglion coeliacum*, so ist die Verschiedenheit nicht so prägnant.

Die Zellen haben einen verhältnismässig grossen Kern, der blasenförmig ist, zumeist zentral gelegen, ist aber auch seitwärts zu finden.

Die Zellen haben immer einen Kern, es kommen nicht einmal ausnahmsweise Zellen mit zwei Kernen vor, obgleich WELTNER auch die Gegenwart von Zellen mit zwei, bzw. mehreren Kernen erwähnt. Dort, wo vielleicht zwei Zellen nahe zu einander sind, kann man nach oberflächlicher Betrachtung die Folgerung ziehen, dass die zwei Kerne in einer und derselben Zelle enthalten sind, eine stärkere Vergrößerung aber (ungefähr 1000 x) hebt jeden Zweifel. Vollkommen falsch ist die Folgerung, zu der WELTNER in Zusammenhang mit der Gegenwart zwei- bzw. mehrkernig gedachter Zellen gelangte. Er behauptet nämlich, dass es sich in diesem Falle um Syntitium handelt, was — unseres Wissens — den Belehrungen der Neuronlehre gemäss nicht existiert. In solchem Fall handelt es sich darum, dass die einander naheliegenden zwei Zellen durch die Lage der Schnittfläche als eine Zelle erscheinen.

Das Protoplasma färbt sich im Laufe der Imprägnation bezeichnenderweise braun, bzw. schwarz, besondere Gebilde sind in ihm nicht zu entdecken. Die Fortsätze der Zellen sind ausserordentlich abwechslungsreich, selbst die Zahl der sichtbaren Fortsätze ist interessant. Es gibt Zellen, aus denen nur 3—4 kräftigere Fortsätze hervortreten, doch kommt es auch vor, dass von der Seite der Zelle her der Austritt von vielen zarten Fortsätzen zu beobachten ist. Viele Fortsätze verzweigen sich schon in der Nähe der Zelle.

Nach diesen generellen Besprechungen beabsichtige ich die Histologie einiger sympathischer Ganglien ausführlicher bekannt zu machen.

Ganglion cervicale supremum. Seinen Aufbau betreffend ist das bezeichnendste, dass es aus verschiedenen grossen Zellen besteht, weiter, dass die Zellen sehr dicht, ganz nahe zu einander liegen. Unter mehreren, kleineren Zellen befindet sich je eine grössere, zumeist etwas dunkeler imprägnierte Zelle, mit vielen, verhältnismässig weit verfolgbareren Fortsätzen. (Abb. 1.) Die grossen Zellen sind ganz charakteristisch multipolare sympathische Zellen. Auf dem kau-

daalen Pol des Ganglions tritt ein stärkeres Faserbündel ein, welches eine Strecke, ungefähr bis zum einviertelteil des Ganglions, oder aber bis zu seiner Hälfte in loserer Masse beisammenschreitet.

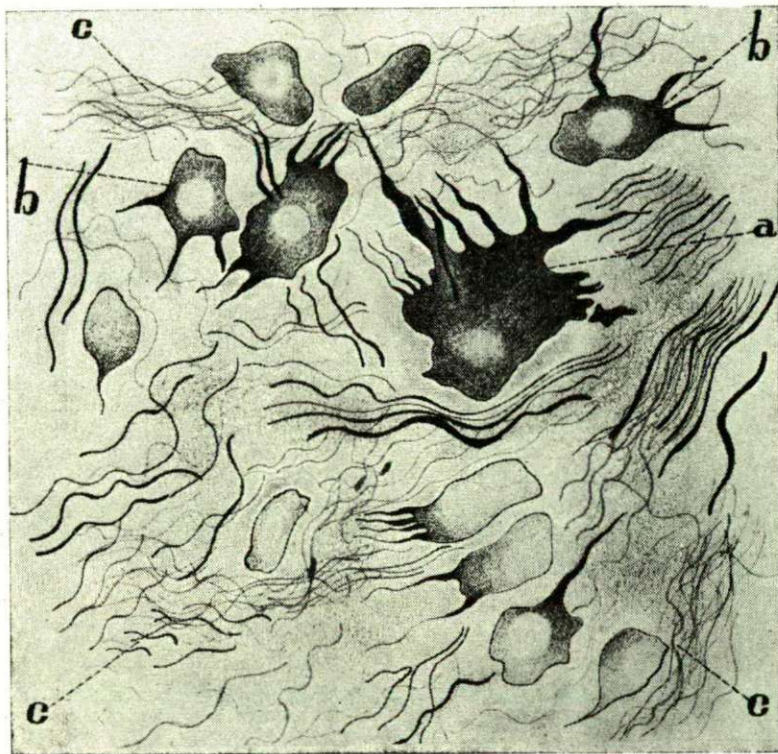


Abb. 1. *Ganglion cervicale supremum*. a) Grosse multipolare Nervenzelle, b) kleine multipolare Nervenzelle, c) Nervenfasern, BIELSCHOWSKY-ABRAHAM-sches Verfahren. Vergrößerung 600 x. Photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

Ganglion cervicale medium. Wir finden es kaudal von dem *Ganglion cervicale supremum*, beim Ansatz der *Ansa subclavialis*. WELTNER schreibt noch, dass man der Frage, ob die Katze ein mediales cervikales sympathisches Ganglion besitze eine ganz besondere Wichtigkeit beimass. Er kam auch zu der Feststellung, wie die früheren Autoren, dass dieses Ganglion sich makroskopisch nicht absondert, bewies hingegen, dass es histologisch stets ausweisbar ist. Nach Untersuchung von einer Anzahl von Tieren kam ich zu dem Erfolg, dass das *Ganglion cervicale medium* im 20% der Fälle nicht nur durch histologische Methoden, aber auch mit freiem Auge sichtbar ist. Betreffs seiner Grösse stimmt das Ganglion im allgemeinen mit der der thorakalen Ganglien überein.

Ganglion stellatum. Es ist eines der grössten Ganglien. Es entstand durch Verschmelzung (*Ganglion cervicale inferius* und *Ganglion thoracale primum*) doch sehen wir deren Spuren ebensowenig, wie bei den anderen durch Ver-

schmelzung entstandenen sympathischen Ganglien. Die das Ganglion aufbauenden Zellen sind zumeist isodiametrisch, multipolar und es gibt auch in ziemlich grosser Anzahl birnenförmige Zellen. An diesen Zellen können wir einen sehr starken Fortsatz beobachten, der sich sogleich nach verschiedenen Richtungen verzweigt. Wir sehen nicht einmal die Spuren dieser wesentlichen Grössenunterschiede, die wir in dem *Ganglion cervicale supremum* beobachten konnten. Kleine Abweichungen der Grösse betreffend kommen hier

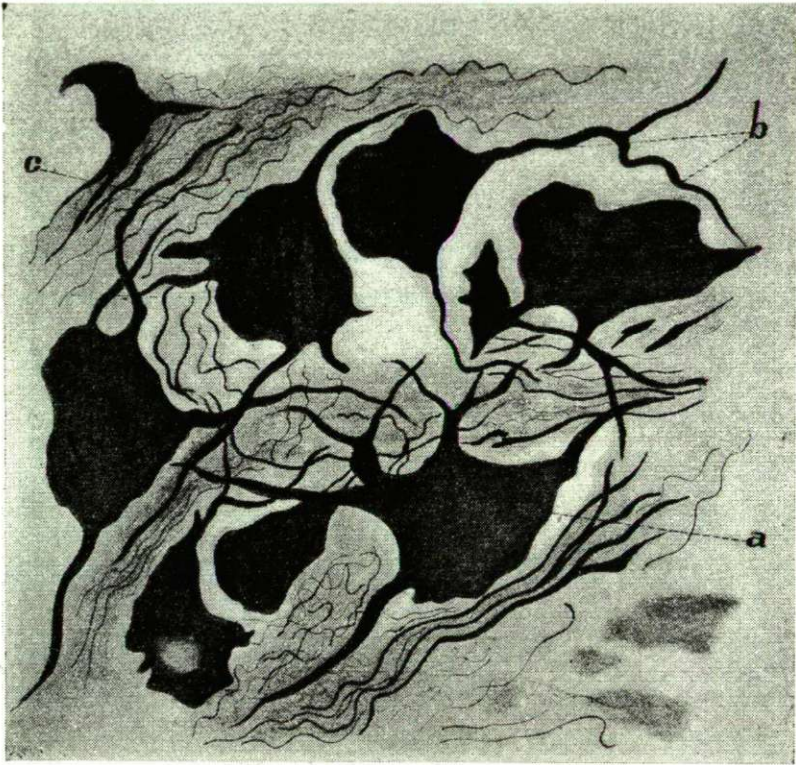


Abb. 2. *Ganglion stellatum*. a) Multipolare Nervenzelle, b) Zellfortsatz, c) Nervenfasern, BIELSCHOWSKY—ABRAHAM'sches Verfahren. Vergrösserung 600 x. Photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

aber auch vor. Der Aufbau des Ganglions ist auch nicht so gedrungen, er ist lockerer. Dieses Bild scheint im allgemeinen charakteristisch zu sein für die gegen den Schwanz folgenden Ganglien, weil die Ganglien des lumbalen Sympathicus mit dem Aufbau des Stellatum beinahe vollkommen übereinstimmen. (Abb. 2.) Öfters beobachtete ich das, längs des ganzen Ganglions einheitlich verlaufende Faserbündel, in dem zu den Nervenzellen höher liegender cervikaler Ganglien praeganglionäre Fasern ablaufen.

Die Verbindung des *Vagus* und des Sympathicus ist an mehreren Stellen histologisch gut ausweisbar, so auch bei dem Stellatum. An einem meiner Prä-

parate beobachtete ich eine grössere Zahl markhaltiger Fasern, meiner Ansicht nach dem *Vagus* entspringend, die in den sympathischen Stamm eintrat und darin einheitlich weiterverlief. Sie drang auch auf das Gebiet des Ganglions ein, gegen seine Oberfläche verlaufend, dann wurde es sichtbar, wie sie aufhörte. Es scheint wahrscheinlich zu sein, dass das Faserbündel nur durch das Messer entzweigeschnitten wurde, es ist annehmbar, dass es sich auch bis weiter verbreitet. Ich konnte keinerlei Endigungen ausweisen, es besteht aber kein Zweifel darüber, dass es sich um einen ähnlichen Fall handelt, der bei dem Dachs und der Katze von ABRAHÁM [1] ausgewiesen wurde. Seiner Festsetzung nach sind diese Fasern die des *Vagus*, die in der Kapsel des Ganglions in Endbüumen enden, und die als Rezeptore der Kapsel zu betrachten sind.

Ganglia lumbalia. Die Ganglien des *Truncus sympathicus lumbalis* weisen ein miteinander übereinstimmendes histologisches Bild auf. Abwechslung in der Grösse ist hier zwar auch wahrnehmbar, ist aber auch hier nicht-so bedeutend, wie in dem *Ganglion cervicale supremum*. Der Aufbau des Ganglions ist locker,

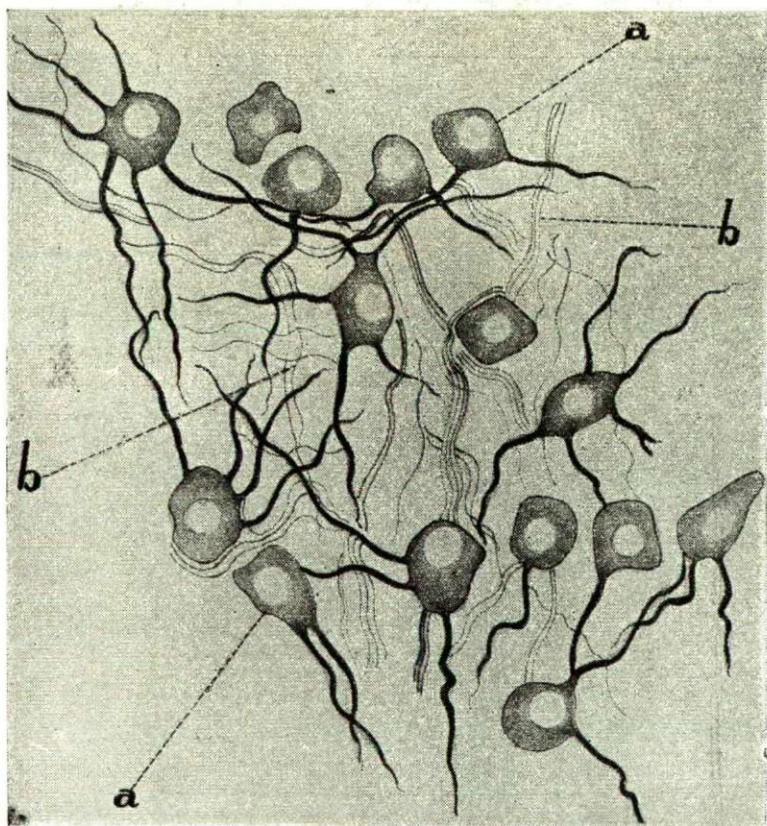


Abb. 3. *Ganglion coeliacum*. a) Multipolare Nervenzelle, b) Nervenfasern. BIEL-SCHOWSKY—ABRAHÁMsches Verfahren. Vergrösserung 400 x. Photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

und zeigt ziemlich viel Ähnlichkeit zum Stellatum. Die Ganglien des Grenzstranges weisen nur wenig Abstand auf, es scheint sogar — dies zeigt wenigstens das histologische Bild — dass ein Ganglion ins andere kontinuierlich übergehen kann. In dem sich verdünnenden Abschnitt des zwischen zwei Ganglien fallenden Grenzstranges erkannte ich auch eine normale Ganglienstruktur, die sich in dem sich wieder ausbreitenden Teil fortsetzte. Auf einem Schnitt beobachtete ich den Austritt der Nerven und auch, dass die Zellen in den Anfangsabschnitt des austretenden Nerves auf einer kleinen Strecke eindringen. Die lumbalen Ganglien sind ziemlich reich an Fasern, ihre durchlaufenden Fasern sind auf die Seite bzw. auf die Oberfläche des Ganglions verdrängt. Auf mehreren Schnitten sah ich eine grössere Menge eintretender Fasern, die sich im Inneren des Ganglions ausbreiteten.

Ganglion coeliacum. Es ist das grösste praevertebrale Ganglion, das bei dem Ursprung der *Arteria coeliaca* zu finden ist. Es entstand ebenfalls durch Verschmelzung. Seine Zellen sind mehr oder weniger gleich gross, nur gegen den Rand des Ganglions finden wir ein wenig verflachte Nervenzellen. (Abb. 3.)

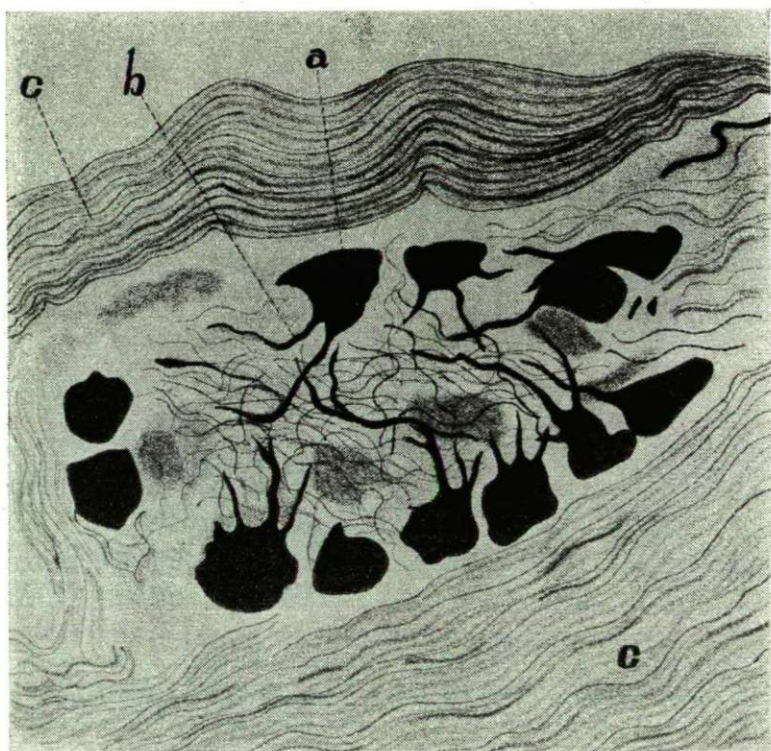


Abb. 4. Mikroskopisches Ganglion auf dem *Nervus splanchnicus maior*. a) Multipolare Nervenzelle, b) Zellfortsatz, c) in dem *Nervus splanchnicus maior* verlaufende Nervenfasern. BIELSCHOWSKY—ÁBRAHÁMSches Verfahren. Vergrösserung 600 x. Photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

In Bezug auf den Menschen ist es bekannt, dass der *N. splanchnicus maior* eine Kette mikroskopischer Ganglien ist. Mit dessen Beachtung untersuchte ich mehrmals den *N. splanchnicus maior* der Katze so makroskopisch, wie mikroskopisch. Im Laufe der makroskopischen Untersuchungen beobachtete ich bei einer Gelegenheit auf dem *N. splanchnicus maior* eine starke Anschwellung dort, wo er mit dem *N. splanchnicus minor* vor dem *Ganglion coeliacum* eine Verbindung hat. Im Laufe der histologischen Aufarbeitung fand ich an erwähnter Stelle ein Ganglion, das aus Fasern und multipolaren Nervenzellen bestand. Ausserdem fand ich in dem *N. splanchnicus maior* unmittelbar vor dem Eintritt in das *Ganglion coeliacum* in dem Abstand von einigen Millimetern mehrere Zellgruppen, die aus Zellen von kleinerer und grösserer Zahl aufgebaut wurden. (Abb. 4.) Die die Gruppen bildenden 10—20 Zellen sind multipolare Nervenzellen, ebenso, wie die Zellen des *Ganglion coeliacum*. Im *N. splanchnicus maior* der Katze ist also ein mikroskopisches Ganglion ausschliesslich nur in der Nähe des *Ganglion coeliacum* ausweisbar.

Im Verlauf meiner histologischen Untersuchungen beschäftigte ich mich auch mit der Frage, welcher Art der Zusammenhang zwischen dem *Ganglion cervicale supremum* und dem *Ganglion nodosum vagi* ist. Diese Untersuchung hatte mehrere Gründe. Der eine war, dass nach MONTEIRO (1930) im Falle des Menschen und der Katze eine gänzliche Fusion zwischen den erwähnten Ganglien möglich ist. Diesbezüglich muss ich folgendes bemerken. Das *Ganglion cervicale supremum* liegt in der Höhe des *Ganglion nodosum*. Die zwei Ganglien sind in der Mehrzahl der Fälle nicht genau in derselben Höhe, sie können sich ihrer gegenseitigen Lage gemäss verschieben, sind aber stets gut unterscheidbar. Betreffs der Verschmelzung muss ich aussagen, dass ich sie in keinem einzigen Fall entdeckt habe. In der Literatur sind mehrere Angaben bekannt, laut derer bei Säugetieren und Vögeln oft partielle bzw. vollständige Verschmelzung beider Ganglien auffindbar seien. WELTNER, der 27 Katzen untersuchte, fand keinen einzigen Verschmelzungsfall. Ich selbst untersuchte mehr als 50 Katzen, fand aber auch keine Verschmelzung vor. Es ist möglich, dass die Tatsache, dass die Ganglien manchmal nebeneinander in derselben Höhe auffindbar sind als Verschmelzung angesehen wurde, aber ich sah, dass selbst in solchem Falle von einer Verschmelzung, einer Fusion keine Rede sein kann.

Der andere Grund meiner Untersuchung war, dass obgleich das *Ganglion nodosum* nicht zu den Ganglien des sympathischen Nervensystems gehört, aus ihm trotzdem multipolare sympathische Nervenzellen beschrieben wurden (die dunklen Zellen von KISS [4]).

Bei meinen Untersuchungen ging ich von der Voraussetzung aus, wenn diese Zellen tatsächlich multipolar und sympathisch sind, dann muss einerseits die Imprägnation die übrigen Forsätze sichtbar machen, andererseits müssen die Zellen wenigstens eine annähernde Ähnlichkeit mit den Zellen des sich nebenan befindenden sympathischen Ganglions aufweisen, denn wenn es sich tatsächlich um multipolare sympathische Zellen handelt, so ist ihr Vorhandensein auch mit anderen, ebenfalls anerkannten und verlässlichen Methoden nachweisbar. Auf Grundlage meiner Untersuchungen vertrete ich den Standpunkt, dass wir die dunklen Zellen nicht als multipolare Zellen betrachten können. Auf keinem meiner Präparate von *Ganglion nodosum* fand ich auch nur eine einzige

multipolare Zelle. Weiterhin weisen die Zellen gar keine Übereinstimmung mit den nebenan befindlichen Zellen des sympathischen Ganglions auf. Dies trifft in jedem der Fälle zu. Es ist wahr, dass die Ganglion nodosum aufbauenden Zellen nicht gleich sind, es gibt Grössenunterschiede unter ihnen, aber alle sind ohne Ausnahme unipolar. Ich denke, dass ich mit der bisherigen Analyse auch in der Frage der Fusion Stellung nahm; wenn die erwähnte Fusion tatsächlich bestände, so würde das histologische Bild grundsätzliche Abweichungen von dem oben geschilderten zeigen. (Abb. 5.)

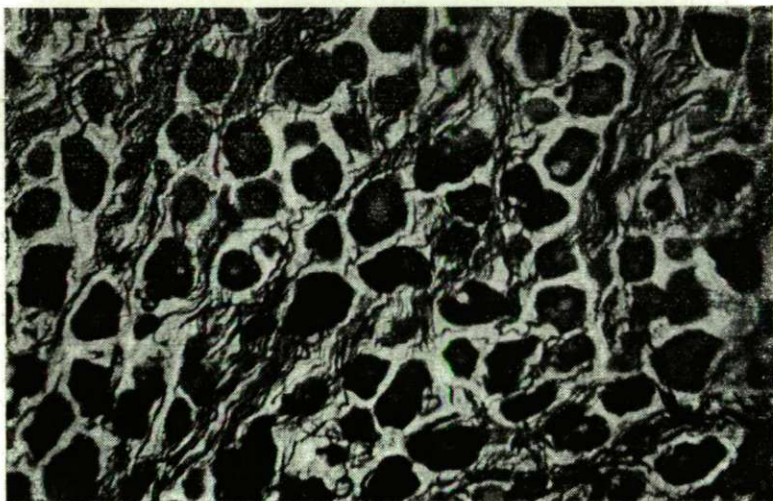


Abb. 5. *Ganglion nodosum vagi*: Unipolare Nervenzellen. BIELSCHOWSKY—ABRAHÄMSches Verfahren. Mikrophotographie. Vergrößerung 150 x. Photographisch auf $\frac{3}{4}$ verkleinert.

Zusammenfassung

1. Die sympathischen Ganglien der Katze werden hauptsächlich von multipolaren Nervenzellen gebildet. Die Nervenzellen haben nur einen Kern. Auf Grunde meiner Untersuchungen erfuhr ich, dass die paravertebralen Ganglien von Nervenzellen verschiedener Grösse, die praevertebralen Ganglien aber von ungefähr identisch grossen Nervenzellen gebildet sind.

2. Als ein Charakteristikum des *Ganglion cervicale supremum* erwähne ich die grossen multipolaren Nervenzellen, die in manchen Fällen sogar die Grösse von 40μ erreichen im Gegensatz zu dem durchschnittlichen $20-30\mu$.

3. Auf den aus dem *Ganglion stellatum* verfertigten Schnitten beobachtete ich oft das längs des ganzen Ganglions verlaufende Fasernbündel, in welchem praeganglionäre Fasern laufen. In das *Ganglion stellatum* treten dicke, markhaltige Fasern ein, deren Ursprung sicherlich auf den *Vagus* zurückzuführen ist, und die den von ABRAHÄM ebenda ausgewiesenen dicken markhaltigen Fasern entsprechen, welche als die sensiblen Elemente des Ganglions in der Kapsel desselben in sensiblen Endkörpern ihren Abschluss finden.

4. Der Aufbau der lumbalen Ganglien ist dem des *Ganglion stellatum* im grossen ähnlich. In dem lumbalen Grenzstrang können einzelne Ganglien kontinuierlich ineinander übergehen, indem es gelang in dem sich verdünnenden Teil des Grenzstranges Nervenzellen aufzuweisen.

5. Was die Histologie des *Nervus splanchnicus maior* anbelangt, habe ich zu bemerken, dass Nervenzellen bei der Katze nur in der Nähe vom *Ganglion coeliacum* aufzufinden sind. Jene Nervenzellen bilden Gruppen. Weiter vom *Ganglion coeliacum* entfernt gibt es keine mikroskopischen Ganglien.

6. Im *Ganglion nodosum vagi* gibt es keine multipolaren sympathischen Nervenzellen. Es gibt keinerlei Verschmelzung zwischen dem *Ganglion cervicale supremum* und dem *Ganglion nodosum vagi*.

Zum Schluss spreche ich meinen herzlichen Dank A. ABRAHÁM, dem Mitglied der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, der meine Aufmerksamkeit auf das Thema lenkte aus. Im Laufe der Arbeit, die ich als Student im Allgemeinen Zoologischen und Biologischen Institut der Universität Szeged verrichtete, wurde ich seines weitgehendsten Beistandes teilhaftig. Auch an dieser Stelle muss ich mich für diese Hilfe bei Prof. A. ABRAHÁM bedanken.

LITERATUR

- [1] Abrahám, A.: Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 2, 311—354 (1951).
- [2] Abrahám, A.: Annales Biol. Univ. Szegediensis 1, 137—235 (1950).
- [3] Kiss, F.: Acta Lit. ac. Sci. Reg. Univ. Hung. F-Josephinae. Sectio: Medicorum 6, 5—12 (1932).
- [4] Kiss, F.: Acta Lit. ac. Sci. Reg. Univ. Hung. F-Josephinae. Sectio: Medicorum 6, 13—26 (1932).
- [5] Kiss, F.: Acta Lit. ac. Sci. Reg. Univ. Hung. F-Josephinae. Sectio: Medicorum 6, 129—150 (1932).
- [6] Weltner, S.: Das sympathische Nervensystem der Katze. Inauguraldissertation. Budapest, 1937.
- [7] Zimmermann, A.—G.: A házimacska (Die Hauskatze). Budapest, 1944.